

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-228032  
(P2001-228032A)

(43) 公開日 平成13年 8月24日 (2001.8.24)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 1 K 11/24

識別記号

F I  
G 0 1 K 11/24

テーマコード(参考)  
2 F 0 5 6

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-37420 (P2000-37420)

(22) 出願日 平成12年 2月16日 (2000.2.16)

(71) 出願人 000005441

パプコック日立株式会社  
東京都港区浜松町二丁目 4 番 1 号

(72) 発明者 今田 典幸

広島県呉市宝町 3 番 36 号 パプコック日立  
株式会社呉研究所内

(72) 発明者 下平 克己

広島県呉市宝町 3 番 36 号 パプコック日立  
株式会社呉研究所内

(74) 代理人 100066979

弁理士 鷗沼 辰之

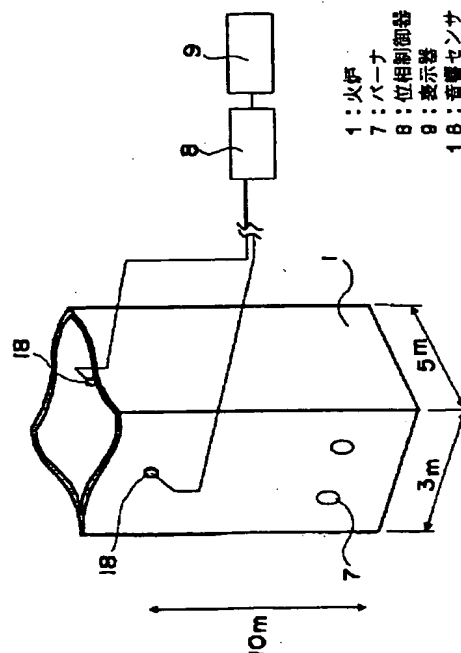
Fターム(参考) 2F056 VS03 VS04 VS06 VS07 VS10

(54) 【発明の名称】 音響式高温ガス温度計

(57) 【要約】

【課題】 音速による高温ガスの温度計測において、ホーン口径を大きくせず、音波の周波数を高くしないで障害物からの反射波を低減し測定不能を防止する。

【解決手段】 火炉 1 内の測定場に一对の音響センサ 18 を設置し、放出する音波の位相を場所によって任意に変化させるために、音波を発信するホーン内部でホーン中心部の音波の位相を遅くする位相制御器 8 を設ける。位相制御器 8 としては、音響レンズやホーン内を多重管構造とし、各管に音響発信機を設ける方法が有効である。ホーン内部に位相制御器を設置すると、ホーン出口部の音波はホーン外周部に対して、ホーン内側の音波の位相が遅くなり、ホーンから放出される音波は直進性を有し、ホーン口径を大きくせず、かつ、音波の周波数を大きくしないで、障害物からの反射波を低減でき、測定不能を防止できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 温度を測定するガス体を囲む側壁の一方に音響発信手段を設置し、前記側壁の他方に音響受信手段を設置し、前記音響発信手段と前記音響受信手段との間の音波の伝播時間を測定して前記ガス体の温度に換算する音響式高温ガス温度計において、前記音響発信手段と前記側壁に開けた孔とを接続する音波伝達手段の内部に、前記音響発信手段が発する音波の位相を調整する位相調整手段を備えたことを特徴とする音響式高温ガス温度計。

【請求項2】 前記位相調整手段は、複数の波板を重ねた構造の音響レンズからなり、前記音響レンズの長さを前記音波伝達手段の出口部の音波の位相が平坦になるように調整してなる請求項1に記載の音響式高温ガス温度計。

【請求項3】 前記音波伝達手段を多重構造とし、それぞれの音波の流路ごとに個別に音響発信機を設置し、それぞれの音響発信機が発する音波の位相を個別に制御する位相制御器を備えてなる請求項1に記載の音響式高温ガス温度計。

【請求項4】 前記音波伝達手段は、ホーンあるいは導波管のいずれかである請求項1、2または3に記載の音響式高温ガス温度計。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は音響式高温ガス温度計に係り、特に、工業用ボイラのように高温ガスの音速を測定して温度を求める音響式温度計測装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ダクト内を流れる流体の温度を計測する方法の一つとして、流体中の音速が流体の温度 $T$  (K)によって変化することを利用する方法がある。流体中の音速 $c$  (m/s)は、次式1のように表される。ただし、数式中の $\alpha$ はガスの組成によって決まる定数である。

【0003】

【数1】

$$c = \alpha \cdot \sqrt{T} \quad \dots\dots (1)$$

【0004】一般に流体の温度を測定する場合、被測定流体を挟んで音響発信機と音響受信機を設置し、その間の伝播時間 $t$ を測定する。このとき、伝播時間 $t$ は次式2で表すことができる。ここに、 $L$ は音響発信機と音響受信機間の距離であり、予め測定しておく必要がある。この伝播時間 $t$ より、ガス温度 $T$ が算出できる。

【0005】

【数2】

$$t = \frac{L}{\alpha \cdot \sqrt{T}} \quad \dots\dots (2)$$

【0006】この原理に基づくガス温度計の例では、音響発信機と受信機の機能を兼ね備えた音響センサは、測

定場に音を効率よく送出するためのホーンと、音響発信機より発した音をホーンに伝播する導波管と、測定場の音を受信するマイク用導波管と、受信した音を電気信号に変換する音響受信機とから構成されている。

【0007】このような例では、まず、波形発生制御器からリレーに信号を送出し、音波を発する音響発信機の切り換えを行う。その後、波形発生制御器から予め設定した波形信号を送出し、アンプで増幅した後、音響発信機で音に変換し、炉内に放出する。

10 【0008】本例の場合、一定の伝播時間ほど遅れた位置に音響発信機から発した音が届き、この信号の到着時刻を明確にするために、信号処理が採用される。信号処理の手法として、相互相関法、マッチドフィルタ法などがある。

【0009】いずれの信号処理方法も、受信信号の一部分と発信信号の一致具合を順次求める方法であり、一致度が高いほど大きな値を示す。音波が到達した時刻で最大値を示し、信号処理波形の最大値を検出することで、伝播時刻を知ることができる。上記方法により求めた音

20 波の伝播時間をもとに、温度換算器でガス温度を算出し、表示器で表示する。

【0010】上記方法の場合、音波が導波管およびホーンを通過する経路を含めてガス温度を算出している。そのために、測定場と導波管やホーン内の温度が大きく異なる場合は、測定場の温度が高精度に計測できないこととなる。このような場合は、導波管やホーン内を音波が伝播する時間を補正している。(特開昭63-231682号公報参照)

【0011】

30 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術を測定経路の近くに障害物がある炉に適用した場合、うまく測定できないという問題が生じた。測定経路の近くに、壁などの障害物がある場合、障害物の方向に進んだ音波が障害物表面で反射し、マイクに到達する。

【0012】このときの受信信号は、発信信号に対して反射波(エコー)が重なり、このような信号に対し、従来使用されている信号処理をすると、ピークの位置が音波の到着時刻と異なり、そのために、うまくガス温度を測定することができなくなる。この反射波は、音波がホーンの向きに対して、正面に伝播するだけでなく、周囲

40 に向かっても伝播していくために生じる現象である。この特性は高温場において特に顕著となる。

【0013】ホーンから放出する音波の指向特性は、ホーンの口径と音の波長によって決まるものであるが、常温の場合、45度方向への音は正面に対して6割ほどしか放出されず、かなり直進性の強い(周囲には音が広がらない)性質を持っている。一方、測定場が高温となった場合は、ほとんど指向性のない(周囲に音が広がる)性質を持つ。そのために、測定経路の近くに障害物がある場合、反射波が生じ、測定が困難となる。

【0014】上記の問題は、ホーンの口径を2倍にすることで解決できるが、通常側壁に開ける孔の大きさには制限があり、現実的ではない。また、測定しようする音波の周波数を高くする方法で解決できるが、音波の周波数を高くするとガス中での音波の減衰が大きくなるので、音波がマイクまで到達しなくなるという問題があり現実的ではない。

【0015】本発明の課題は、音速による高温ガスの温度計測において、ホーンの口径を大きくすることなく、また、音波の周波数を高くすることなく、測定経路の近くに存在する障害物からの反射波を低減し、反射波によって測定が不可能となることを防止することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記課題は、測定場に出す音波の位相を、場所によって任意に変化させることで解決される。例として、一つのホーンで実現するための手段としては、音波を発信するホーン内部に、ホーン中心部の音波の位相を遅くする位相制御器を設ける方法が有効である。また、位相制御器としては、音響レンズ、あるいは、ホーン内を多重管構造とし、各管に音響

発信機を設ける方法が有効である。

【0017】すなわち、ホーン内部に位相制御器を設置すると、ホーン出口部における音波は、ホーン外周部に対して、ホーン内側の音波の位相が遅くなり、ホーンから放出される音波は直進性を有するようになる。

【0018】ここで、本発明の原理を、具体的な装置構成を参考にして説明する。まず、図3に音響式温度測定の原理を示す。一般に流体の温度を測定する場合、図3に示すように、被測定流体を挟んで音響発信機3と音響受信機4を設置し、その間の伝搬時間 $t$ を測定する。このとき、伝播時間 $t$ は、前述のとおり数式2で表すことができる。

【0019】この原理に基づくガス温度計の参考例を図4に示す。本例では、音響発信機と受信機の機能を兼ね備えた音響センサを2個使用した例を示している。音響センサは、測定場に音を効率よく送出するためのホーン20と、音響発信機3より発信した音をホーン20に伝播する導波管2と、測定場の音を受信するマイク用導波管21と、受信した音を電気信号に変換する音響受信機4とから構成されている。

【0020】また、測定場中にダスト等が浮遊しており、ホーン内にダスト等の堆積がある場合には、ダスト除去用ノズル22を設置し、これより空気を噴出することでダストを除去する方法が採用される。

【0021】本参考例によるガス温度計測のフローは、まず、波形発生制御器5からリレー10に信号を送出し、音波を発する音響発信機3の切り換えを行う。その\*

$$t = ((t_1 + t_2) - (t_{a1} + t_{a2})) / 2 \quad \cdots (3)$$

【0029】また、この音波を用いた温度計測は、図6に示すように、複数の音響センサ18（音響発信機と受

\* 後、波形発生制御器5から予め設定した波形信号を送出し、アンプ6で増幅した後、音響発信機3で音に変換し、炉内に放出する。波形発生制御器5では波形信号を送出したと同時に音響記録器14に対してトリガ信号を送出する。

【0022】音響記録器14は、上記のトリガ信号を受信すると同時に、音響受信機4からの信号を記録し始める。音響受信機4で受信した信号は、アンプ11で増幅した後、音響記録器14で記録される。記録した信号をもとに信号処理器15で伝播時間を算出する。

【0023】例として、記録した受信信号の一例を図5に示す。記録開始時刻( $t=0$ )地点は、音響発信機が音波を発信した時刻である。 $t_1$ ほど遅れた位置に音響発信機から発した音が届いていることがわかる。この信号の到着時刻を明確にするために、信号処理が採用される。信号処理の手法として、相互相関法、マッチドフィルタ法などがある。

【0024】この信号処理結果を図5の下段に示す。いずれの信号処理方法も、受信信号の一部と発信信号の一致具合を順次求める方法であり、一致度が高いほど大きな値を示す。図を見ると、音波が到達した時刻で最大値を示しており、信号処理波形の最大値を検出することで、伝播時刻を知ることができる。上記方法により求めた音波の伝播時間をもとに、温度換算器25でガス温度を算出し、表示器16で表示する。

【0025】上記方法の場合、音波が導波管およびホーンを通過する経路を含めてガス温度を算出している。そのため、測定場と導波管やホーン内の温度が大きく異なる場合は、測定場の温度が高精度に計測できないこととなる。このような場合は、次の方法で導波管やホーン内を音波が伝播する時間を補正している。

【0026】図4に示す二つの音響センサの左側をa、右側をbとする。まず、リレーを切り換えることでセンサ1の音響発信機3aから音波を発信し、二つの音響受信機4a、4bで受信し、音響発信機3aから音響受信機4aまでの伝播時間 $t_{a1}$ 、音響発信機3aから音響受信機4bまでの伝播時間 $t_1$ を求める。

【0027】次に、リレーを切り換えセンサ2の音響発信機3bから音波を発信し、両音響受信機4a、4bで受信し、音響発信機3bから音響受信機4aまでの伝播時間 $t_2$ 、音響発信機3bから音響受信機4bまでの伝播時間 $t_{a2}$ を求め、下記式3から測定場の伝播時間 $t$ を算出し、この $t$ をガス温度に換算することで、導波管やホーン内のガス温度に影響されない測定場のガス温度を求めることができる。

【0028】

【数3】

信機を兼ね備えたセンサ)をダクト19の周囲に配置し、CT(Computed Tomography)

の手法を用いて温度分布が設定できるという特長を持っている。

【0030】ところで、上記参考例の技術を、図7に示すような測定経路の近くに障害物がある炉に適用した場合、うまく測定できないという問題が生じる。図7のように測定経路の近くに、壁などの障害物がある場合、障害物の方向に進んだ音波が障害物表面で反射し、反射波（エコー）となってマイクに到達する。

【0031】このときの受信信号の例を図8に示す。発信信号に対して、受信信号は反射波（エコー）が重なっていることが分かる。このような信号に対し、上記参考例で使用されている信号処理をした結果を図7の下段に示すが、ピークの位置が音波の到着時刻と異なっていることが分かる。そのために、うまくガス温度を測定することができなくなる。

【0032】この反射波は、音波がホーンの向きに対して、正面に伝播するだけでなく、周囲に向かっても伝播していくために生じる現象である。この特性は高温場において特に顕著となる。音波の指向特性は、音を発するホーンの口径と音の波長によって決まるものである。一般にダクト内のガス温度を計測する場合、側壁に直径100mm程度の孔を開け、その孔を介して数kHzの音波を使用して計測を行う。

【0033】このとき、ホーンから放出する音波の指向特性を図9に示す。波長とホーンの直径との比が、1.0から4.2までの場合をグラフ化している。横軸に角度（正面が90度）をとり、縦軸には正面の音圧に対する比をとっている。

【0034】常温の場合、音速は約340m/sであり、4kHzの音波の波長は0.085mである。このとき、音波が放出するホーンの直径0.1mmとの比は0.85となる。図を見ると、45度方向への音は正面に対して6割ほどしか放出されず、かなり直進性の強い（周囲には音が広がらない）性質を持っていることが分かる。

【0035】一方、測定場が高温となった場合は状況が変わってくる。例えば、ガス温度1000℃の場合、音速は約700m/s程度になり、4kHzの波長は0.18mとなる。このとき、ホーン直径との比は、1.8となり、図より、ほとんど指向性のない（周囲に音が広がる）性質を持つことが分かる。そのために、測定経路の近くに障害物がある場合、反射波が生じ、測定が困難となる。

【0036】上記の問題は、ホーンの口径を、2倍にすることで解決できるが、通常側壁に開ける孔の大きさには制限があり、現実的ではない。また、測定しようする音波の周波数を高くする方法で解決できるが、音波の周波数を高くするとガス中での音波の減衰が大きくなるので、音波がマイクまで到達しなくなるという問題があり現実的ではない。

【0037】そこで、音波を発信するホーン内部に、ホーン中心部の音波の位相を遅くするために、音響レンズ、あるいは、ホーン内を多重管構造とし、各管に音響発信機を設ける方法などの位相制御手段を講じると、ホーン出口部における音波は、ホーン外周部に対して、ホーン内側の音波の位相が遅くなり、ホーンから放出される音波は直進性を有するようになる。

【0038】図10にホーン出口部での位相の遅れ具合と指向特性との関係を示す。図10は図9と同じように、横軸に角度（正面が90度）をとり、縦軸には正面の音圧に対する比をとっている。ホーン近傍の位相の状態としてA、Bを示している。図10中の下段に、同位相の位置を破線で示している。

【0039】Aはホーン内に何も入れない通常の状態であり、同位相の位置を示す破線が、ホーンの内側を通過する音波の方が、ホーンの外側に突き出した状態となっている。これは、ホーンの内側を通過する音波が、ホーンの外側を通過する音波より伝播距離が短くなるためである。このような位相状態のとき、図中上段に指向特性を示すように、ホーンから放出される音波は無指向性に近い特性を示す。

【0040】Bは音響レンズ等を使用し、ホーン出口部で音波の位相を揃えるように調整した場合である。この場合、ホーンの直径と波長との関係にもよるが、ホーンの直径と波長との比を1以下にすれば、図中上段に示すように、ホーンから放出される音波の直進性が強くなる。

【0041】上記のようにホーン内部を通過する音波の位相を遅らせる方法として、図11に示す構造の音響レンズが考えられる。これは波板を重ねたものである。波板と波板の間を通過する音波は、波板の形状に沿って伝播するために、直進する場合に比べて伝播距離が長くなり、結果的に位相が遅れることとなる。

【0042】また、ホーンを多重管構造とし、内側の管を通過する音波と外側を通過する音波の位相を制御することで、ホーン内部を通過する音波の位相を遅らせることができる。一例を図12に示す。図ではホーン内部を四重巻とし、それぞれの管に音響発信機を取り付けている。そして、それぞれの音響発信機に送出する音波信号を位相制御器により、制御することで位置側の管の位相を遅らせることができる。

【0043】ホーンから放出される音波が直進性を有することで、受信機で受信する信号中に含まれる反射波が弱くなる。一例を図13に示すが、反射波（エコー）が小さくなり、信号処理後の波形においても、誤った検出をすることがなくなることが分かる。

【0044】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。図1は、火炉の大きさが、幅5m、奥行き3mの工業用火炉1に、音響式ガス温度計を

設置した例である。バーナ7の上方10mの位置に一对の音響センサ18を設置している。さらに、音響センサ18内で音波の位相を制御するための位相制御器8および表示器9を備えている。

【0045】図2に、設置した音響送受信機の詳細構造を示す。音波を発信するスピーカ3（出力50w）と、スピーカから発信した音を炉内に伝えるためのホーン20（口径100mm、長さ100mm）と、ホーン内部に設置した音響レンズ26と、ホーン内に挿入したマイク用導波管21（直径20mm）と、マイク用導波管の一端に設置したマイク4（ダイナミックマイクロフォン）とから構成されている。

【0046】ホーン20内に設置した音響レンズ26の構造を説明する。本計測において、測定場の温度は800～1000℃であり、測定場の騒音や音波の減衰状況などを考慮して、4kHzの音波を使用している。そこで、直径100mmの通常（内部に音響レンズの入っていない）のホーンを使用した場合の指向特性は、図10に示すとおりである。正面に対して45度方向にも、正面の放出する音波の9割が放出されており、無指向性に近いことが分かる。

【0047】この場合、計測しようとする経路に対して、右方向に側壁があるため、ここからの反射波が問題となる。炉内での音波の減衰特性を0.7（伝播距離1mの減衰割合）とすると、ホーンから1m離れた地点での音の大きさを1とすると、直接波の振幅は0.17×1となる。

【0048】一方、反射波の振幅は、 $0.13 \times 0.9 \times 1 = 0.12 \times 1$ となり、直進波とほとんど振幅の差はないことが分かる。そのため、伝播経路では両者の差は0.83mなので、116ms程度遅れて反射波が到達する。この様子を図に示すが、伝播検出用信号処理による時間検出を行った際に、反射波側を検出していることが分かる。

【0049】そこで45度方向への放出音波を低減するために、ホーン内に音響レンズを設置した。ホーン出口部での位相を揃えるためには、ホーン内部において伝播距離約14mm相当の位相遅れを発生させる必要がある。そこで、本実施形態では、図に示すように、音響レンズとして、45度に湾曲させた波板を5mm間隔で設置している。ホーン内部において音波が14mm相当の時間遅れとなるように、音響レンズの厚さを35mmとした。

【0050】この音響レンズを設置した場合の指向特性は、図10のBに示したとおりである。これより、45度方向への放出音波は、正面に対して0.60に低減できることが分かる。この結果、対向の受信機で受信する信号に含まれる反射波の振幅は、 $0.13 \times 0.60 \times 1 = 0.08 \times 1$ となり、直進波の半分以下の振幅となる。図13に示すように、受信信号および伝播時間用信

号処理後の波形からわかるように、反射波に妨げられることなく、伝播時間の検出ができていることが分かる。

【0051】次に、本発明の他の実施形態を図12に示す。ホーン30を4重管とし、各管にアンプ31を介して個別の音響発信機32をつけている。また、音響発信機に送られる音波信号は位相制御器33によって制御することで、ホーン内部から放出する音波の位相と、ホーン外部から放出する音波の位相とを任意に変えることができる構成となっている。

【0052】この構造の場合、状況に応じて放出する音波の指向性を変えることができる。例えば、図6に示すような多数経路のガス温度を計測する場合、一つの音響発信機から、複数方向へ音波を発信する必要がある。この場合、正面の受信機に音波を発信する場合は、内側から放出する音波の位相を遅らせることで、直進指向性を持たせることができる。一方、側面の受信機に音波を発信する場合は、内側から放出する音波と、外側から放出する音波との位相を同じにすることで、無指向性を持たせることができる。

【0053】本発明のさらに他の実施形態を図14に示す。複数のホーン35を側壁36に設置し、各ホーンには個別の音響発信機37を取り付けている。音響発信機に送られる音波信号は位相制御器38によって制御できる構成となっている。この場合、それぞれのホーンから発する音波の位相を調整することで、測定場に放出する指向特性を変えることができ、本発明の前記実施形態と同等の効果がある。

【0054】本発明を石炭焚きボイラやゴミ焼却炉、あるいはガス化炉などのような、高濃度のダストが存在する雰囲気中のガス温度計測に使用する場合、音響レンズにダストが付着あるいは堆積するという問題が発生する。図15はこのような高い濃度のダストが存在する場合のガス温度計測に、本発明を適用する場合の例を示す。

【0055】ホーン40の内部に設置した音響レンズ41部分に付着／堆積するダストを除去するためのダスト除去ノズル42と、ノズル42によって吹き飛ばしたダストがホーン下部に堆積するのを防止するダスト付着防止ノズル43とから構成されている。このような構成とすることで、ダスト濃度が高い場合であっても、本発明を適用することができる。

【0056】

【発明の効果】上述のとおり、本発明によれば、高温ガスの音速による温度計測において、ホーンの口径を大きくすることなく、また、音波の周波数を大きくすることなく、測定経路の近くに存在する障害物からの反射波を低減することができるので、反射波によって測定が不可能となることを防止できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す斜視図である。

【図2】本発明による音響センサの構造を示す詳細図で

ある。

【図 3】音響式温度計の原理を示す構成図である。

【図 4】音響式温度計の参考例を示す構成図である。

【図 5】参考例による音波の伝播時間検出の様子を示す図である。

【図 6】音響式温度計の応用例を示す構成図である。

【図 7】測定経路の近傍に障害物がある場合の状態を示す図である。

【図 8】測定経路の近傍に障害物がある場合の伝播時間検出の様子を示す図である。

【図 9】ホーンの直径と波長との比をパラメータとして場合の音波の指向特性を示す図である。

【図 10】ホーン出口部の位相分布と音波の指向特性を示す図である。

【図 11】本発明を実施するための音響レンズの構造を示す図である。

【図 12】本発明の他の実施形態を示す構成図である。

【図 13】本発明の装置を使用した場合の伝播時間検出の様子を示す図である。

【図 14】本発明のさらに他の実施形態を示す構成図である。

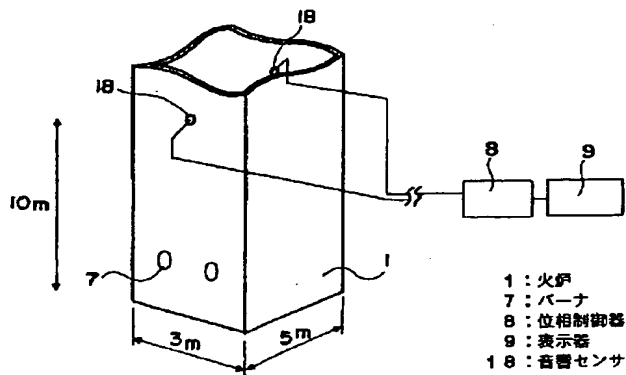
【図 15】本発明のさらに他の実施形態を示す構成図である。

\* ある。

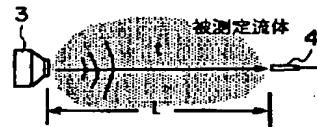
【符号の説明】

- 1 工業用火炉
- 2 導波管
- 3、3a、3b 音響発信機
- 4、4a、4b 音響受信機
- 5 波形発生制御器
- 6 アンプ
- 7 バーナ
- 8 位相制御器
- 9 表示器
- 10 リレー
- 11 アンプ
- 14 音響記録機
- 15 信号処理器
- 16 表示器
- 18 音響センサ
- 19 ダクト
- 20 ホーン
- 21 マイク用導波管
- 22 ダスト除去用ノズル
- 25 温度換算器

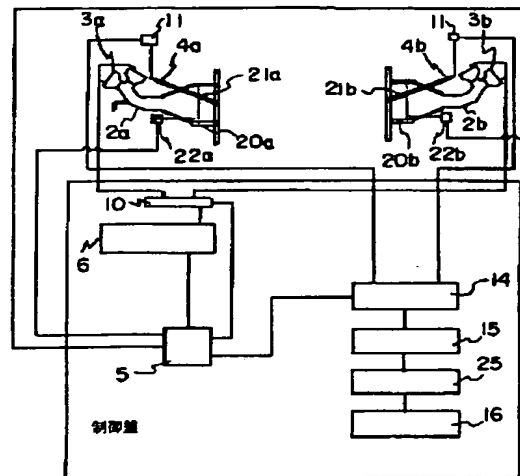
【図 1】



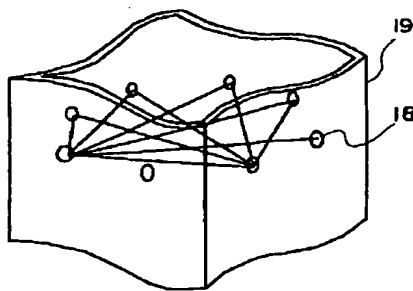
【図 3】



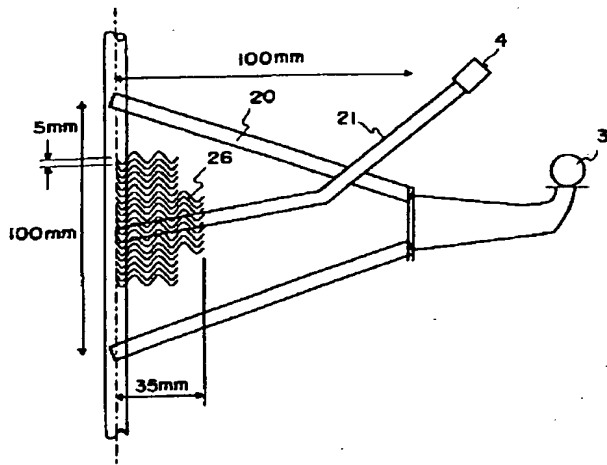
【図 4】



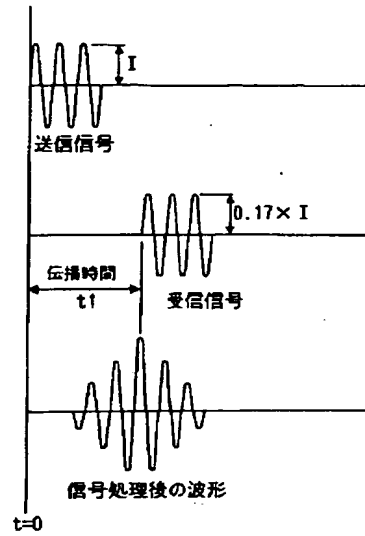
【図 6】



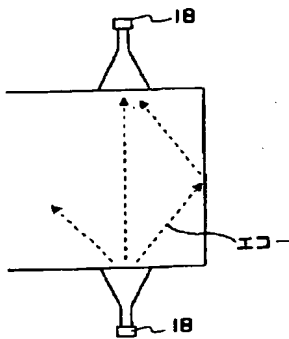
【図2】



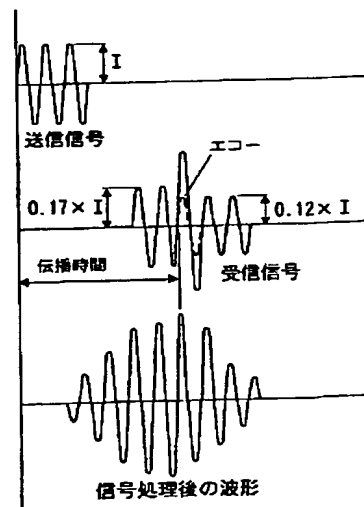
【図5】



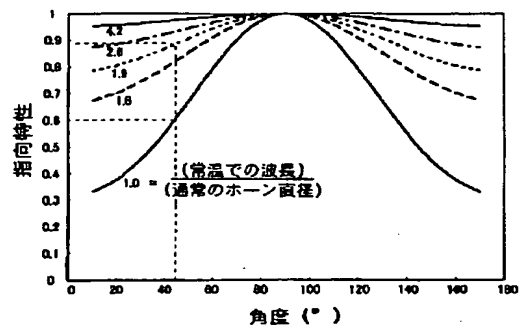
【図7】



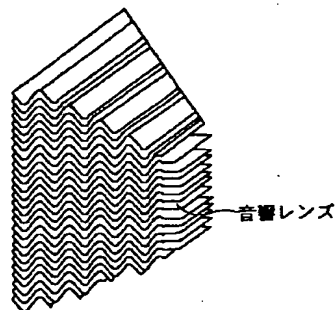
【図8】



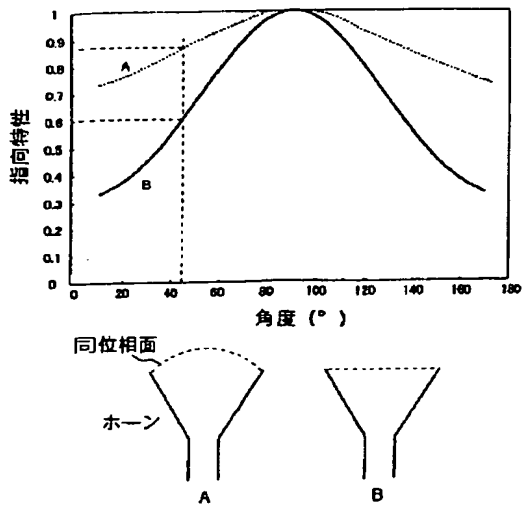
【図9】



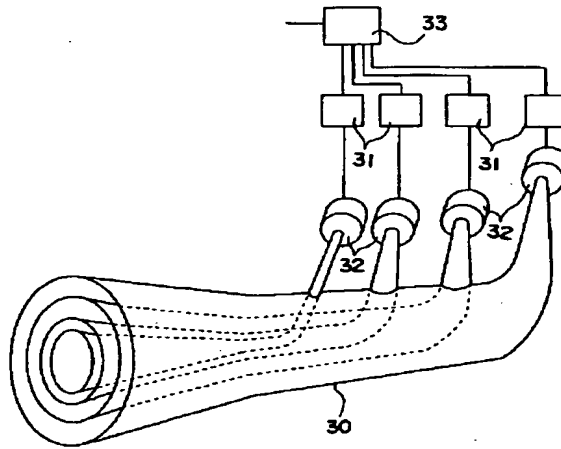
【図11】



【図10】

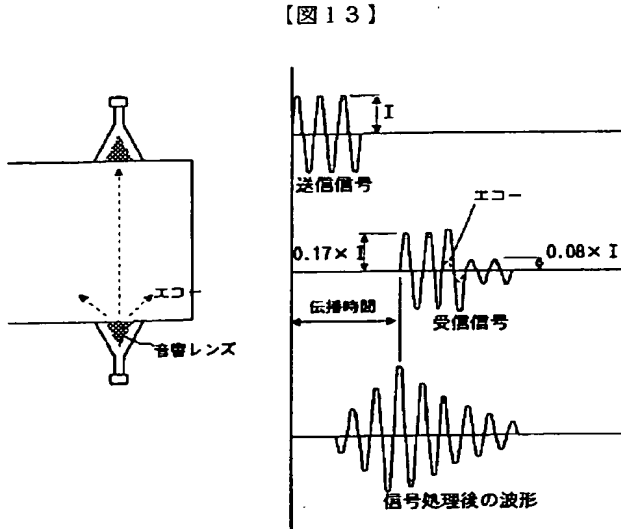


【図12】

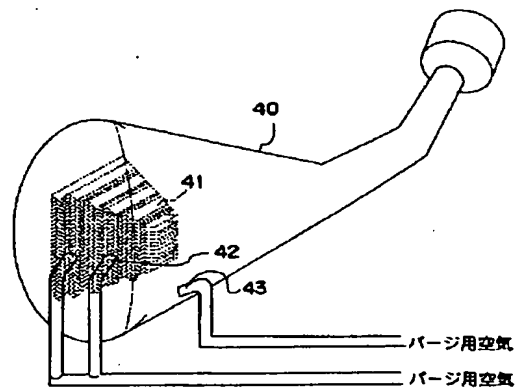


【図14】

【図13】



【図15】





## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-228032

(43)Date of publication of application : 24.08.2001

(51)Int.Cl.

G01K 11/24

(21)Application number : 2000-037420

(71)Applicant : BABCOCK HITACHI KK

(22)Date of filing : 16.02.2000

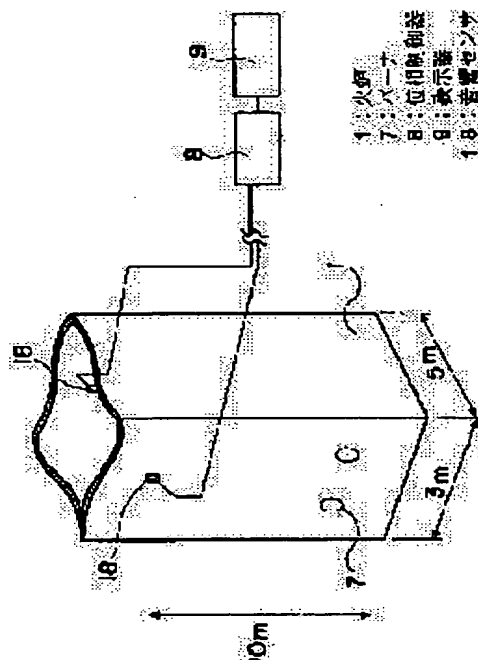
(72)Inventor : IMADA NORIYUKI  
SHIMODAIRA KATSUMI

## (54) ACOUSTIC TYPE HIGH-TEMPERATURE GAS THERMOMETER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce reflected waves from an obstructing object and prevent a state being out of measurement for temperature measurement without a horn diameter enlarged and acoustic wave frequency raised for high-temperature gas by acoustic velocity.

**SOLUTION:** A pair of acoustic sensors 18 are placed at a measuring place in a furnace 1 and a phase controller 8, that delays the phase of an acoustic wave at the horn center inside a horn that transmits acoustic waves for arbitrarily changing the phase of an emitted acoustic wave. A method which acoustic lens and the inside of the horn are made a multiplex tube structure and acoustic transmitter are placed in each tube, is effective for the phase controller 8. When the phase controller 8 is placed, the acoustic wave inside the horn in a horn outlet is delayed with respect to one outer of the horn in phase and the acoustic wave emitted from the horn has rectilinear advancing property and reduces the reflected waves from the obstructing objects to prevent a state in which measurement is disabled, without enlarging the horn bore and increasing the acoustic wave frequency.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-228032

(43)Date of publication of application : 24.08.2001

(51)Int.Cl.

G01K 11/24

(21)Application number : 2000-037420

(71)Applicant : BABCOCK HITACHI KK

(22)Date of filing : 16.02.2000

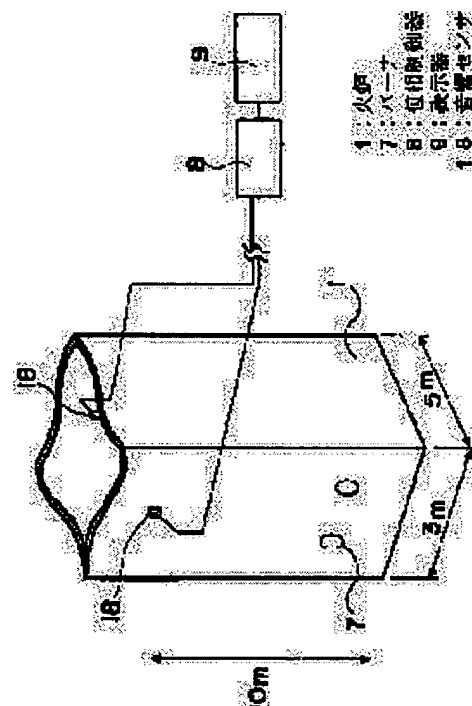
(72)Inventor : IMADA NORIYUKI  
SHIMODAIRA KATSUMI

## (54) ACOUSTIC TYPE HIGH-TEMPERATURE GAS THERMOMETER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce reflected waves from an obstructing object and prevent a state being out of measurement for temperature measurement without a horn diameter enlarged and acoustic wave frequency raised for high-temperature gas by acoustic velocity.

**SOLUTION:** A pair of acoustic sensors 18 are placed at a measuring place in a furnace 1 and a phase controller 8, that delays the phase of an acoustic wave at the horn center inside a horn that transmits acoustic waves for arbitrarily changing the phase of an emitted acoustic wave. A method which acoustic lens and the inside of the horn are made a multiplex tube structure and acoustic transmitter are placed in each tube, is effective for the phase controller 8. When the phase controller 8 is placed, the acoustic wave inside the horn in a horn outlet is delayed with respect to one outer of the horn in phase and the acoustic wave emitted from the horn has rectilinear advancing property and reduces the reflected waves from the obstructing objects to prevent a state in which measurement is disabled, without enlarging the horn bore and increasing the acoustic wave frequency.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]





1 / 1

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Install a sound dispatch means in one side of the side attachment wall surrounding the atmosphere which measures temperature, and a sound reception means is installed in another side of said side attachment wall. In the sound type elevated-temperature gas thermometer which measures the propagation time of the acoustic wave between said sound dispatch means and said sound reception means, and is converted into the temperature of said atmosphere. The sound type elevated-temperature gas thermometer characterized by having a phase adjustment means to adjust the phase of the acoustic wave which said sound dispatch means emits to the interior of the acoustic wave means of communication which connects the hole opened in said sound dispatch means and said side attachment wall.

[Claim 2] Said phase adjustment means is a sound type elevated-temperature gas thermometer according to claim 1 which adjusts and becomes so that it may consist of an acoustic lens of structure on which two or more corrugated plates were put and the phase of the acoustic wave of the outlet section of said acoustic wave means of communication may become flat about the die length of said acoustic lens.

[Claim 3] The sound type elevated-temperature gas thermometer according to claim 1 which comes to have the phase control machine which controls the phase of the acoustic wave which makes the multiplet structure said acoustic wave means of communication, and installs a sound transmitter according to an individual for every passage of each acoustic wave, and each sound transmitter emits according to an individual.

[Claim 4] Said acoustic wave means of communication is a sound type elevated-temperature gas thermometer according to claim 1, 2, or 3 which is either a horn or a waveguide.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a sound type elevated-temperature gas thermometer, and relates to the sound type thermometry equipment which measures the acoustic velocity of elevated-temperature gas like an industrial boiler, and searches for temperature especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] There is a method of using that the acoustic velocity in a fluid changes with temperature [ of a fluid ] T (K) considering the inside of a duct as one of the approaches of measuring the temperature of flowing fluid. The acoustic velocity c in a fluid (m/s) is expressed like the degree type 1. However, alpha in a formula is a constant decided by the presentation of gas.

[0003]

[Equation 1]

$$c = \alpha \cdot \sqrt{T} \quad \dots\dots (1)$$

[0004] When measuring the temperature of a fluid generally, a sound transmitter and an acoustic receiver are installed on both sides of a measured fluid, and the travelling period t in the meantime is measured. The propagation time t can be expressed with the degree type 2 at this time. L is the distance between a sound transmitter and an acoustic receiver, and it is necessary to measure it beforehand here. From this propagation time t, gas-temperature T is computable.

[0005]

[Equation 2]

$$t = \frac{L}{\alpha \cdot \sqrt{T}} \quad \dots\dots (2)$$

[0006] The acoustic sensor which has the function of a sound transmitter and a receiver is constituted from the horn for sending out a sound to measuring space efficiently, the waveguide which spreads in a horn the sound emitted from the sound transmitter, the waveguide for microphones which receives the sound of measuring space, and the acoustic receiver which changes the received sound into an electrical signal by the example of a gas thermometer based on this principle.

[0007] In such an example, first, a signal is sent out to a relay from a wave generating controller, and the sound transmitter which emits an acoustic wave is switched. Then, after sending out the wave signal beforehand set up from the wave generating controller and amplifying with amplifier, it changes into a sound with a sound transmitter, and emits in a furnace.

[0008] Signal processing is adopted, in order for the sound emitted from the sound transmitter to reach the location which was as overdue as the fixed propagation time in this example and to clarify the arrival time of this signal. As the technique of signal processing, there are a cross-correlation method, the matched filter method, etc.

[0009] Any signal-processing approach is an approach of searching for the coincidence condition of a part of input signal and a dispatch signal one by one, and shows such a big value that whenever [ coincidence ] is high. The time of day when the acoustic wave reached can show maximum, and propagation time of day can be known by detecting the maximum of a signal-processing wave. Based on the propagation time of the acoustic wave for which it asked by the above-mentioned approach, gas temperature is computed with a temperature conversion vessel, and it displays with a drop.

[0010] In the case of the above-mentioned approach, the acoustic wave is computing gas temperature including the path which passes a waveguide and a horn. Therefore, when the temperature in measuring space, a waveguide, or a horn

differs greatly, temperature of measuring space can measure with high precision. In such a case, the time amount to which an acoustic wave spreads the inside of a waveguide or a horn is amended. (Refer to JP,63-231682,A)

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when the above-mentioned conventional technique was applied to the furnace which has an obstruction near the measurement path, the problem that it could not measure well arose. When obstructions, such as a wall, are near the measurement path, the acoustic wave which progressed in the direction of an obstruction reflects on an obstruction front face, and reaches a microphone.

[0012] When a reflected wave (echo) laps to a dispatch signal and the input signal at this time carries out signal processing currently used conventionally to such a signal, it becomes impossible for the location of a peak to measure gas temperature well unlike the arrival time of an acoustic wave therefore. This reflected wave is a phenomenon produced in order to spread to the sense whose acoustic wave is a horn, even if it not only spreads at the front, but goes to a perimeter. This property becomes remarkable especially at an elevated-temperature place.

[0013] Although the directional characteristics of the acoustic wave emitted from a horn are decided by the diameter of a horn mouth, and the wave length of sound, in the case of ordinary temperature, the sound to the direction of 45 degrees is emitted only about 60 percent to a transverse plane, but has the property in which rectilinear-propagation nature is quite strong (a sound does not spread around). On the other hand, when measuring space becomes an elevated temperature, it has the property which does not almost have directivity (a sound spreads around). Therefore, when an obstruction is near the measurement path, a reflected wave arises and measurement becomes difficult.

[0014] Although the above-mentioned problem can solve the diameter of a horn mouth by doubling, the magnitude of the hole usually opened in a side attachment wall has a limit, and it is not realistic. Moreover, although the frequency of the acoustic wave which will be measured and to carry out is solvable by the approach of making it high, since attenuation of the acoustic wave in the inside of gas will become large if the frequency of an acoustic wave is made high, it is [ a problem of an acoustic wave stopping reaching even to a microphone ] and is not realistic.

[0015] The technical problem of this invention is preventing reducing the reflected wave from the obstruction which exists near the measurement path, and measurement becoming impossible by the reflected wave, without [ without it enlarges the diameter of a horn mouth in the thermometry of the elevated-temperature gas by acoustic velocity, and ] making the frequency of an acoustic wave high.

[0016]

[Means for Solving the Problem] The above-mentioned technical problem is solved by changing the phase of the acoustic wave emitted to measuring space to arbitration by the location. As an example, the method of forming the phase control machine which makes the phase of the acoustic wave of a horn core late in the interior of the horn which sends an acoustic wave is effective as a means for realizing in one horn. Moreover, the method of making the inside of an acoustic lens or a horn into multiplex tubing structure, and preparing a sound transmitter in each tubing as a phase control machine, is effective.

[0017] That is, when a phase control machine is installed in the interior of a horn, the acoustic wave by which the acoustic wave in the horn outlet section is emitted from a horn by the phase of the acoustic wave of the horn inside becoming late to the horn periphery section comes to have rectilinear-propagation nature.

[0018] Here, it refers to the principle of this invention and a concrete equipment configuration is explained for it. First, the principle of a sound type thermometry is shown in drawing 3 . When measuring the temperature of a fluid generally, as shown in drawing 3 , on both sides of a measured fluid, the sound transmitter 3 and an acoustic receiver 4 are installed, and the travelling period  $t$  in the meantime is measured. At this time, the propagation time  $t$  can be expressed with a formula 2 as above-mentioned.

[0019] The example of reference of a gas thermometer based on this principle is shown in drawing 4 . This example shows the example which used two acoustic sensors which have the function of a sound transmitter and a receiver. The acoustic sensor consists of the horn 20 for sending out a sound to measuring space efficiently, a waveguide 2 which spreads the sound emitted from the sound transmitter 3 in a horn 20, a waveguide 21 for microphones which receives the sound of measuring space, and an acoustic receiver 4 which changes the received sound into an electrical signal.

[0020] Moreover, when dust etc. is floating all over measuring space and deposition of dust etc. is in a horn, the nozzle 22 for dust removal is installed and the method of removing dust by spouting air from this is adopted.

[0021] First, the flow of the gas-temperature measurement by this example of reference sends out a signal to relay 10 from the wave generating controller 5, and switches the sound transmitter 3 which emits an acoustic wave. Then, after sending out the wave signal beforehand set up from the wave generating controller 5 and amplifying with amplifier 6, it changes into a sound with the sound transmitter 3, and emits in a furnace. In the wave generating controller 5, a trigger signal is sent out to the sound recorder 14 at the same time it sent out the wave signal.

[0022] The sound recorder 14 begins to record the signal from an acoustic receiver 4 at the same time it receives the above-mentioned trigger signal. After amplifying the signal received with the acoustic receiver 4 with amplifier 11, it is recorded with the sound recorder 14. The propagation time is computed with the signal-processing vessel 15 based on the recorded signal.

[0023] As an example, an example of the recorded input signal is shown in drawing 5. A recording start time-of-day ( $t=0$ ) point is the time of day when the sound transmitter sent the acoustic wave.  $t$  -- it turns out that the sound emitted from the sound transmitter has reached the location which was overdue about one. Signal processing is adopted in order to clarify the arrival time of this signal. As the technique of signal processing, there are a cross-correlation method, the matched filter method, etc.

[0024] This signal-processing result is shown in the lower berth of drawing 5. Any signal-processing approach is an approach of searching for the coincidence condition of a part of input signal and a dispatch signal one by one, and shows such a big value that whenever [ coincidence ] is high. If drawing is seen, the time of day when the acoustic wave reached shows maximum, and propagation time of day can be known by detecting the maximum of a signal-processing wave. Based on the propagation time of the acoustic wave for which it asked by the above-mentioned approach, gas temperature is computed with the temperature conversion vessel 25, and it displays with a drop 16.

[0025] In the case of the above-mentioned approach, the acoustic wave is computing gas temperature including the path which passes a waveguide and a horn. Therefore, when the temperature in measuring space, a waveguide, or a horn differs greatly, temperature of measuring space can measure with high precision. In such a case, the time amount to which an acoustic wave spreads the inside of a waveguide or a horn by the following approach is amended.

[0026] Left-hand side of two acoustic sensors shown in drawing 4 is set to a, and right-hand side is set to b. First, an acoustic wave is sent from sound transmitter 3a of a sensor 1 by switching a relay, two acoustic receivers 4a and 4b receive, and the propagation time  $t_{d1}$  from sound transmitter 3a to acoustic receiver 4a and the propagation time  $t_1$  from sound transmitter 3a to acoustic receiver 4b are found.

[0027] Next, switch a relay and an acoustic wave is sent from sound transmitter 3b of a sensor 2. Both the acoustic receivers 4a and 4b receive, and the propagation time  $t_2$  from sound transmitter 3b to acoustic receiver 4a and the propagation time  $t_{d2}$  from sound transmitter 3b to acoustic receiver 4b are found. The propagation time  $t$  of measuring space can be computed from the following type 3, and it can ask for the gas temperature of the measuring space which is not influenced by the gas temperature of a waveguide or a horn by converting this  $t$  into gas temperature.

[0028]

[Equation 3]

$$t = ((t_1 + t_2) - (t_{d1} + t_{d2})) / 2 \quad \dots (3)$$

[0029] Moreover, as shown in drawing 6, the thermometry using this acoustic wave arranges two or more acoustic sensors 18 (sensor which combines a sound transmitter and a receiver) around a duct 19, and has the features that temperature distribution can be set up using the technique of CT (Computed Tomography).

[0030] By the way, when it applies to the furnace which has an obstruction near the measurement path as shows the technique of the above-mentioned example of reference to drawing 7, the problem that it cannot measure well arises. Like drawing 7, when obstructions, such as a wall, are near the measurement path, the acoustic wave which progressed in the direction of an obstruction reflects on an obstruction front face, turns into a reflected wave (echo), and a microphone is reached.

[0031] The example of the input signal at this time is shown in drawing 8. As for an input signal, it turns out to a dispatch signal that the reflected wave (echo) has lapped. Although the result of having carried out signal processing currently used in the above-mentioned example of reference is shown in the lower berth of drawing 7 to such a signal, it turns out that the location of a peak differs from the arrival time of an acoustic wave. It becomes impossible therefore, to measure gas temperature well.

[0032] This reflected wave is a phenomenon produced in order to spread to the sense whose acoustic wave is a horn, even if it not only spreads at the front, but goes to a perimeter. This property becomes remarkable especially at an elevated-temperature place. The directional characteristics of an acoustic wave are decided by the diameter of a horn mouth and the wave length of sound which emit a sound. When measuring the gas temperature in a duct generally, a hole with a diameter of about 100mm is opened in a side attachment wall, and it measures through the hole using a several kHz acoustic wave.

[0033] At this time, the directional characteristics of the acoustic wave emitted from a horn are shown in drawing 9. The case where the ratio of wavelength and the diameter of a horn is from 1.0 to 4.2 is graph-ized. The include angle (a transverse plane is 90 degrees) was taken along the axis of abscissa, and the ratio to front sound pressure is taken along



the axis of ordinate.

[0034] In the case of ordinary temperature, acoustic velocity is about 340 m/s and the wavelength of a 4kHz acoustic wave is 0.085m. At this time, a ratio with a diameter of 0.1mm which is the horn which an acoustic wave emits is set to 0.85. When drawing is seen, it turns out that the sound to a direction is emitted only about 60 percent to a transverse plane 45 degrees, but it has the property in which rectilinear-propagation nature is quite strong (a sound does not spread around).

[0035] On the other hand, when measuring space becomes an elevated temperature, a situation changes. For example, in the case of 1000-degree C gas temperature, acoustic velocity becomes about 700 m/s extent, and the wavelength of 4kHz is set to 0.18m. At this time, it turns out that it has the property which the ratio with a horn diameter is set to 1.8, and does not almost have directivity from drawing (a sound spreads around). Therefore, when an obstruction is near the measurement path, a reflected wave arises and measurement becomes difficult.

[0036] Although the above-mentioned problem can solve the diameter of a horn mouth by doubling, the magnitude of the hole usually opened in a side attachment wall has a limit, and it is not realistic. Moreover, although the frequency of the acoustic wave which will be measured and to carry out is solvable by the approach of making it high, since attenuation of the acoustic wave in the inside of gas will become large if the frequency of an acoustic wave is made high, it is [ a problem of an acoustic wave stopping reaching even to a microphone ] and is not realistic.

[0037] Then, when phase-control means, such as an approach of making the inside of an acoustic lens or a horn into multiplex tubing structure, and preparing a sound transmitter in the interior of the horn which send an acoustic wave at each tubing in order to make the phase of the acoustic wave of a horn core late, be provide, the acoustic wave by which the acoustic wave in the horn outlet section be emit from a horn by the phase of the acoustic wave of the horn inside becoming late to the horn periphery section come to have rectilinear-propagation nature.

[0038] The relation between the delay condition of the phase in the horn outlet section and directional characteristics is shown in drawing 10 . Like drawing 9 , drawing 10 took the include angle (a transverse plane is 90 degrees) along the axis of abscissa, and has taken the ratio to front sound pressure along the axis of ordinate. A and B are shown as a condition of the phase near the horn. The broken line shows the location in phase to the lower berth in drawing 10 .

[0039] A is in the usual condition which nothing puts in in a horn, and the direction of the acoustic wave by which the broken line which shows a location in phase passes the inside of a horn is in the condition of having projected on the outside of a horn. This is because propagation distance becomes short from the acoustic wave by which the acoustic wave which passes the inside of a horn passes through the outside of a horn. Such in a phase condition, as directional characteristics are shown in a drawing Nakagami stage, the acoustic wave emitted from a horn shows the property near indirectivity.

[0040] B is the case where it adjusts so that an acoustic lens etc. may be used and the phase of an acoustic wave may be arranged in the horn outlet section. In this case, although based also on the relation between the diameter of a horn, and wavelength, if the ratio of the diameter of a horn and wavelength is made or less into one, as shown in a drawing Nakagami stage, the rectilinear-propagation nature of the acoustic wave emitted from a horn will become strong.

[0041] As an approach of delaying the phase of the acoustic wave which passes through the interior of a horn as mentioned above, the acoustic lens of the structure shown in drawing 11 can be considered. This piles up a corrugated plate. Compared with the case where it goes straight on, propagation distance becomes long, and the acoustic wave which passes through between a corrugated plate and corrugated plates will be in a phase as a result, in order to spread in accordance with the configuration of a corrugated plate.

[0042] Moreover, a horn can be made into multiplex tubing structure and the phase of the acoustic wave which passes through the interior of a horn can be delayed by controlling the phase of the acoustic wave which passes inside tubing, and the acoustic wave which passes through an outside. An example is shown in drawing 12 . The interior of a horn was made into the 4-fold volume by a diagram, and the sound transmitter is attached in each tubing. And the phase of tubing by the side of a location is delayable by controlling the acoustic wave signal sent out to each sound transmitter by the phase control machine.

[0043] The reflected wave contained in the signal received with a receiver because the acoustic wave emitted from a horn has rectilinear-propagation nature becomes weak. Although an example is shown in drawing 13 , it turns out that a reflected wave (echo) becomes small and carrying out mistaken detection also in the wave after signal processing is lost.

[0044]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 1 is the example to which the magnitude of a furnace installed the sound type gas thermometer in the industrial use furnace 1 with a width of face [ of 5m ], and a depth of 3m. The acoustic sensor 18 of a pair is installed in

the location of 10m of upper parts of a burner 7. Furthermore, it has the phase control machine 8 and drop 9 for controlling the phase of an acoustic wave within an acoustic sensor 18.

[0045] The detail structure of the sound transmitter-receiver installed in drawing 2 is shown. It consists of an acoustic lens 26 which installed the loudspeaker 3 (output 50w) which sends an acoustic wave, and the sound which sent from the loudspeaker in the interior of the horn 20 (aperture of 100mm, die length of 100mm) for telling into a furnace, and a horn, a waveguide 21 (diameter of 20mm) for microphones inserted into the horn, and a microphone 4 (dynamic microphone) installed in the end of the waveguide for microphones.

[0046] The structure of the acoustic lens 26 installed in the horn 20 is explained. In this measurement, the temperature of measuring space is 800-1000 degrees C, and is using the 4kHz acoustic wave in consideration of the noise of measuring space, the attenuation situation of an acoustic wave, etc. Then, the directional characteristics at the time of using a horn [ usually / (close / of an acoustic lens / is not in the interior) ] with a diameter of 100mm are as being shown in drawing 10 . 90 percent of the acoustic wave which a transverse plane emits also to a direction 45 degrees to a transverse plane is emitted, and it turns out that it is close to indirectivity.

[0047] In this case, since a side attachment wall is rightward to the path which it is going to measure, the reflected wave from here poses a problem. If the loudness level in the point which was 1m away from the horn when the damping property of the acoustic wave in a furnace was set to 0.7 (attenuation rate with a propagation distance of 1m) is set to I, the amplitude of a direct wave will be set to  $0.17xI$ .

[0048] On the other hand, the amplitude of a reflected wave is set to  $0.13x0.9xI=0.12xI$ , and it turns out that there is almost no difference of the amplitude with a rectilinear-propagation wave. Therefore, in a propagation path, since both difference is 0.83m, it is behind about 116ms and a reflected wave reaches. Although this situation is shown in drawing, when time amount detection by signal processing for propagation detection is performed, it turns out that the reflected wave side is detected.

[0049] Then, in order to reduce the emission acoustic wave to a direction 45 degrees, the acoustic lens was installed in the horn. In order to arrange the phase in the horn outlet section, it is necessary to generate phase lag equivalent to the propagation distance of about 14mm in the interior of a horn. So, with this operation gestalt, as shown in drawing, the corrugated plate which incurvated 45 degrees is installed at intervals of 5mm as an acoustic lens. Thickness of an acoustic lens was set to 35mm so that an acoustic wave might serve as a time lag equivalent to 14mm in the interior of a horn.

[0050] The directional characteristics at the time of installing this acoustic lens are as having been shown in B of drawing 10 . This shows that the emission acoustic wave to the direction of 45 degrees can be reduced to 0.60 to a transverse plane. Consequently, the amplitude of the reflected wave contained in the signal received with the receiver of opposite is set to  $0.13x0.60xI=0.08xI$ , and turns into amplitude below one half of a rectilinear-propagation wave. It turns out that detection of the propagation time has been performed, without being barred by the reflected wave so that the wave after an input signal and signal processing for the propagation times may show as shown in drawing 13 .

[0051] Next, other operation gestalten of this invention are shown in drawing 12 . A horn 30 is used as four detonators and the sound transmitter 32 according to individual is attached to each tubing through amplifier 31. Moreover, the acoustic wave signal sent to a sound transmitter has the composition that the phase of the acoustic wave emitted from the interior of a horn and the phase of the acoustic wave emitted from the horn outside are changeable into arbitration by controlling by the phase control machine 33.

[0052] In the case of this structure, the directivity of the acoustic wave emitted according to a situation is changeable. For example, when measuring the gas temperature of an a large number path as shown in drawing 6 , it is necessary to send an acoustic wave in the direction of plurality from one sound transmitter. In this case, when sending an acoustic wave to a front receiver, rectilinear-propagation directivity can be given by delaying the phase of the acoustic wave emitted from the inside. On the other hand, when sending an acoustic wave to the receiver of a side face, a non-directional characteristic can be given by making the same the phase of the acoustic wave emitted from the inside, and the acoustic wave emitted from an outside.

[0053] The operation gestalt of further others of this invention is shown in drawing 14 . Two or more horns 35 were installed in the side attachment wall 36, and the sound transmitter 37 according to individual is attached in each horn. The acoustic wave signal sent to a sound transmitter has composition controllable by the phase control machine 38. In this case, by adjusting the phase of the acoustic wave emitted from each horn, the directional characteristics emitted to measuring space can be changed, and there is effectiveness equivalent to said operation gestalt of this invention.

[0054] When using this invention for gas-temperature measurement of the ambient atmosphere in which high-concentration dust, such as a coal fired boiler, and an incinerator or a gasifier, exists, the problem that dust adheres or deposits on an acoustic lens occurs. Drawing 15 shows the example in the case of applying this invention to gas-

temperature measurement in case the dust of such high concentration exists.

[0055] It consists of a dust removal nozzle 42 for removing the dust adhered / deposited into acoustic lens 41 part installed in the interior of a horn 40, and a dust antisticking nozzle 43 which prevents that the dust blown away by the nozzle 42 deposits on the horn lower part, and is. By considering as such a configuration, even if it is the case that dust concentration is high, this invention is applicable.

[0056]

[Effect of the Invention] Since the reflected wave from the obstruction which exists near the measurement path can be reduced in the thermometry by the acoustic velocity of elevated-temperature gas according to this invention an above-mentioned passage, without [ without it enlarges the diameter of a horn mouth, and ] enlarging the frequency of an acoustic wave, it is effective in the ability to prevent that measurement becomes impossible by the reflected wave.

---

[Translation done.]

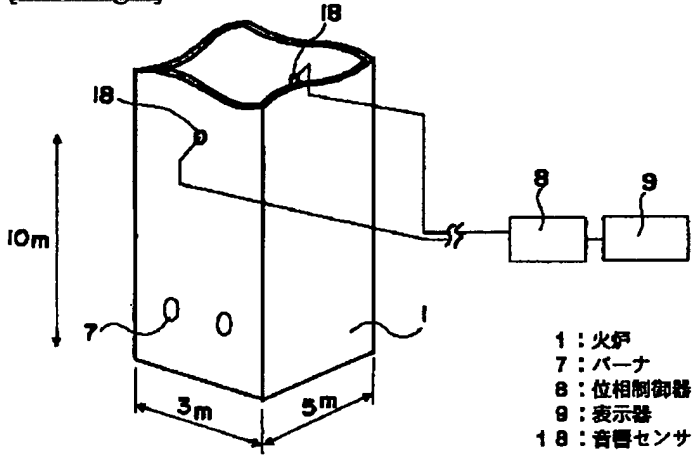
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

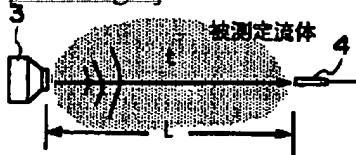
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

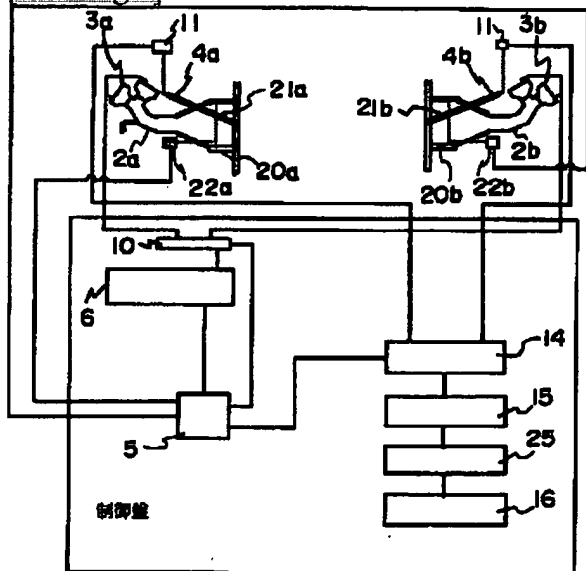
[Drawing 1]



[Drawing 3]

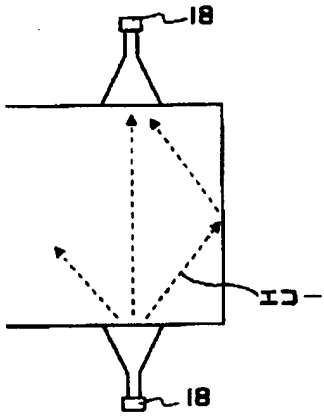


[Drawing 4]

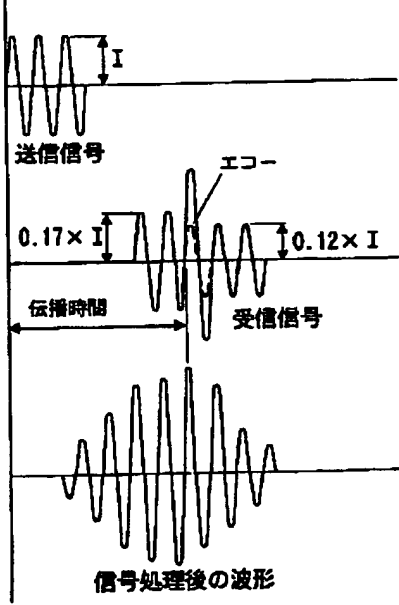


[Drawing 6]

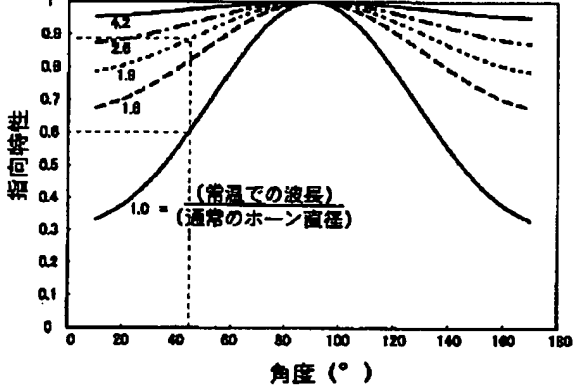




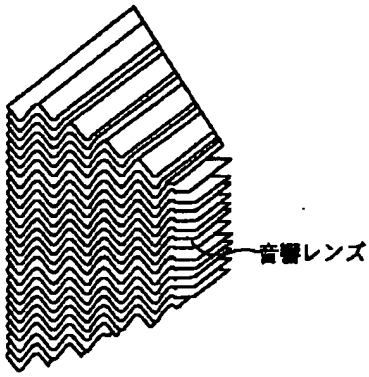
[Drawing 8]



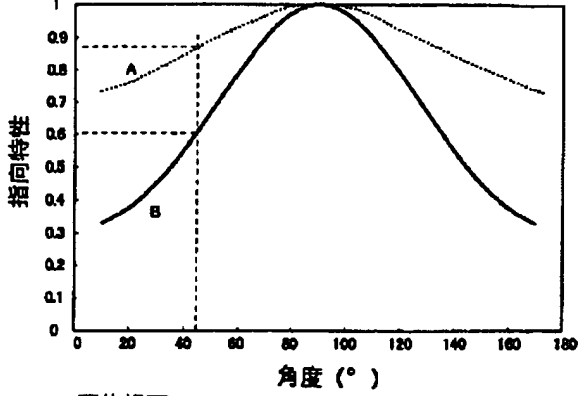
[Drawing 9]



[Drawing 11]



[Drawing 10]



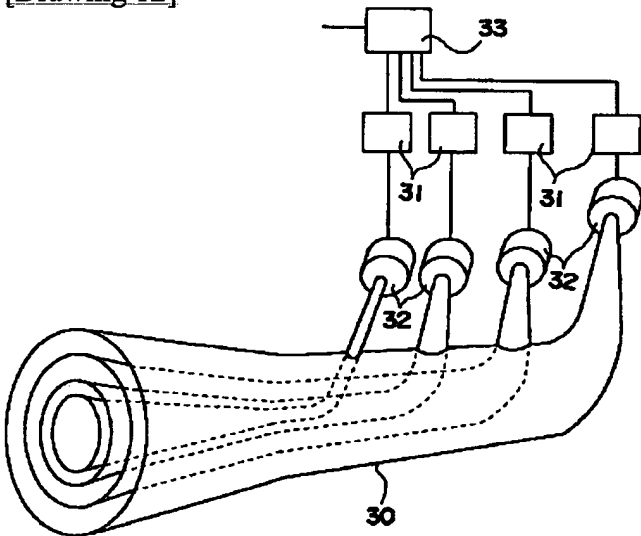
同位相面

ホーン

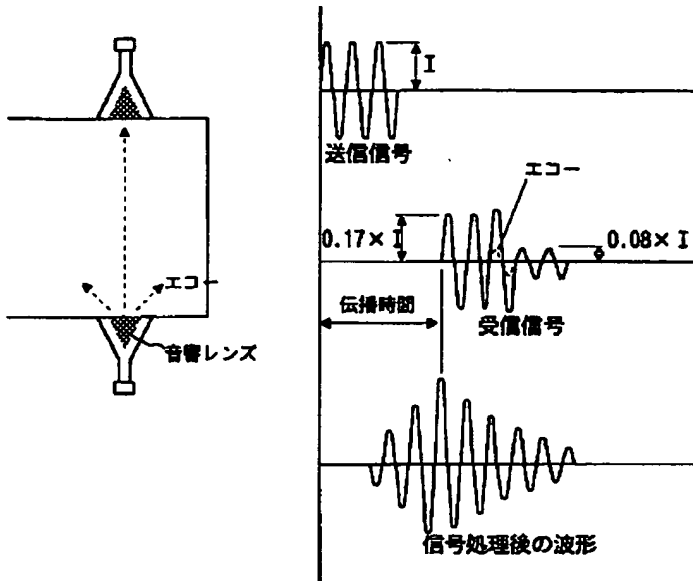
A

B

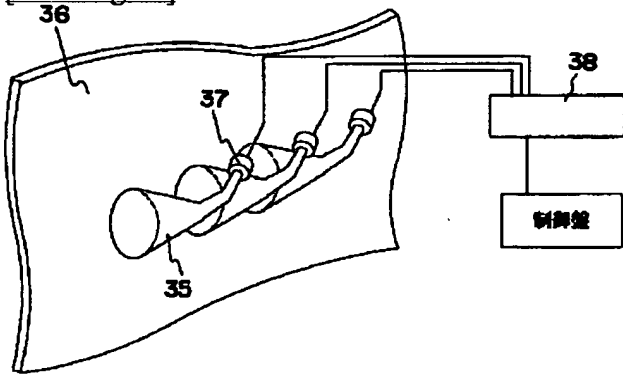
[Drawing 12]



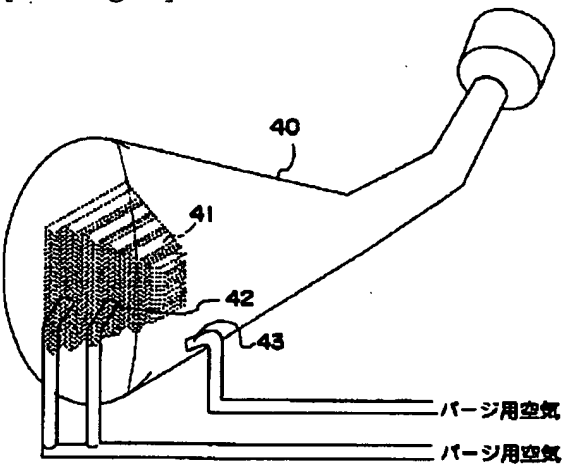
[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Drawing 15]



[Translation done.]